

CERTIFICATE OF TRANSLATION

I, SHUSAKU YAMAMOTO, patent attorney of Fifteenth Floor, Crystal Tower, 1-2-27 Shiromi, Chuo-ku, Osaka 540-6015, Japan HEREBY CERTIFY that I am acquainted with the English and Japanese languages and that the attached English translation is a true English translation of what it purports to be, a translation of Japanese Laid-open Publication No. 4-42771, entitled "High Efficiency Type DC-DC Converter", laid-opened on February 13, 1992.

Additionally, I verify under penalty of perjury under the laws of the United States of America that the foregoing is true and correct.

Executed this 11th day of June, 1998.


SHUSAKU YAMAMOTO

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Translation of Japanese Laid-Open Publication

Laid-Open Publication Number: 4-42771

Laid-Open Publication Date: February 13, 1992

Title of the Invention: HIGH EFFICIENCY TYPE

DC-DC CONVERTER

Application Number: 2-146080

Filing Date: June 6, 1990

Inventors: M. ITOYAMA ET AL.

Applicant: FUJITSU LTD.

1. TITLE OF THE INVENTION

HIGH EFFICIENCY TYPE DC-DC CONVERTER

2. CLAIM

A high efficiency type DC-DC converter of a PWM switching regulator type for obtaining a predetermined DC output voltage from a DC voltage source as an input power supply by controlling ON/OFF states of a switching transistor connected to the input power supply, characterized by comprising:

first means for continuously activating a PWM control circuit section for controlling the ON/OFF states of the switching transistor when the output voltage of the DC-DC converter is equal to or larger than a predetermined value; and

second means for intermittently activating the PWM control circuit section such that the output voltage of the DC-DC converter falls within a predetermined range when the output voltage is equal to or smaller than the predetermined value.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[Summary of the Invention]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

The present invention relates to a DC-DC converter of a PWM switching regulator type,

has an objective of solving the problem of the decrease in conversion efficiency owing to the power consumed by a continuously activated PWM control circuit section (which is generally implemented as an integrated circuit and called a "PWM switching regulator control IC") of a conventional DC-DC converter, irrespective of the magnitude of the power of a load, when the output power is low, and

is characterized by including: first means for continuously activating the PWM control circuit section when the output voltage of the DC-DC converter is equal to or larger than a predetermined value; and second means for intermittently activating the PWM control circuit section when the output voltage is equal to or smaller than the predetermined value.

[Field of the Invention]

The present invention relates to a DC-DC converter of a PWM (pulse width modulation) switching regulator type, and more particularly relates to a DC-DC converter exhibiting a significantly improved conversion efficiency when the output power is low.

[Prior Art]

A DC-DC converter of a switching regulator type is one of the DC-DC converters for converting a DC input voltage into a predetermined DC output voltage. Exemplary circuit configurations of the DC-DC converter of a switching regulator type are shown in Figures 8 and 9.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Specifically, Figure 8 shows a voltage step up DC-DC converter for outputting a boosted input voltage, and Figure 9 shows a voltage step down DC-DC converter for outputting a dropped input voltage. Since these conventional examples are well known, these conventional examples will be briefly described. In the voltage step up DC-DC converter shown in Figure 8, a battery 51 is used as a DC input voltage source, a switching transistor 53 is turned ON/OFF by a PWM switching regulator control IC 54, and a capacitor 56 is charged with the current induced by a choke 52 via a diode 55, thereby obtaining a boosted DC output voltage. It is noted that resistors 57 and 58 shown in Figure 8 are provided for generating an output voltage monitor signal. The PWM pulse from the control IC 54 is controlled in response to the monitor signal, thereby maintaining the output value at a constant value.

Similarly, in the voltage step down DC-DC converter shown in Figure 9, a battery 61 is used as a DC input voltage source and a switching transistor 63 is turned ON/OFF by a PWM switching regulator control IC 64, thereby obtaining a DC output voltage, which has been smoothed by a choke 62 and a capacitor 66. It is noted that a diode 65 is a flywheel diode.

[Problems to be Solved by the Invention]

As the PWM switching regulator control IC of the DC-DC converter described in the Prior Art, a control IC of a bipolar type is frequently used. The control IC of a bipolar type has a wider operating oscillation frequency range and can be oscillated at a higher frequency (up to

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

500 Khz) as compared with a control IC of a CMOS type. As a result, the capacitance values of the choke and the capacitor in the main circuit can be reduced, and the conversion efficiency can be improved when the power supplied to the PWM switching regulator control IC is negligible because the output power is at a medium to high level.

However, when the power supplied to the switching regulator control IC is non-negligible because the output power is at a low level, the conversion efficiency is extremely decreased. In a unit supplying power from a battery, in the case where the power is supplied to a load of about several mW to about several thousand mW and it takes a long time to supply the power to the load of about several mW, the battery power is wasted owing to the power consumption of the control IC itself. Thus, the control IC of the bipolar type cannot be regarded as a practical one.

In view of the above-described problems, the present invention has been devised for the purpose of providing a high efficiency type DC-DC converter which can significantly improve the conversion efficiency when the output power is low.

[Means for Solving the Problems]

According to the present invention, the above-described objective is accomplished by the means recited in the claim.

That is to say, the present invention is a high

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

efficiency type DC-DC converter of a PWM switching regulator type for obtaining a predetermined DC output voltage from a DC voltage source as an input power supply by controlling ON/OFF states of a switching transistor connected to the input power supply, including:

first means for continuously activating a PWM control circuit section for controlling the ON/OFF states of the switching transistor when the output voltage of the DC-DC converter is equal to or larger than a predetermined value; and second means for intermittently activating the PWM control circuit section such that the output voltage of the DC-DC converter falls within a predetermined range when the output voltage is equal to or smaller than the predetermined value.

[Function]

In the high efficiency type DC-DC converter of the present invention, when the power to be supplied to a load may be small, in order to solve the problem of the decrease in power conversion efficiency because of the increase in the ratio of the power consumed by a PWM control circuit section (which is generally implemented as an IC and called a "PWM switching regulator control IC") for controlling the ON/OFF states of a switching transistor, the control IC is made to perform an essential PWM control when an excellent conversion efficiency is attained with a medium to high output power, and is made to perform an intermittent operation when the output power is low, thereby improving the conversion efficiency.

[Examples]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Example 1

Figure 1 shows the first example of the present invention, which is an example applying the present invention to a voltage step up DC-DC converter and providing a control terminal (CTL) for instructing a switching regulator control IC to disable/enable the operation thereof.

In Figure 1, the reference numeral 1 denotes a battery; 2 denotes a choke; 3 denotes a switching transistor (Tr1); 4 denotes a switching regulator control IC; 5 denotes a rectifying diode; 6 denotes a comparator; 7 denotes a capacitor; 8 to 14 denote resistors; 15 to 17 denote diodes; and 18 denotes a Zener diode. The section surrounded by the broken line is newly provided as an additional circuit section, as compared with the conventional voltage step up DC-DC converter shown in Figure 8.

Hereinafter, the operation in this example will be described.

The control IC 4 starts the operation thereof by setting the control terminal (CTL) at a low level. Thus, when the output power is at a medium to high level, a signal C from a load is set at a low level, for example, by detecting load current or turning the switch, thereby making the control IC 4 perform a normal PWM control operation.

On the other hand, when the output power is at a low level, the signal C is set at a high level, thereby

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

making the control IC 4 perform an intermittent operation by using the additional circuit section.

Specifically, the output voltage (V_{out}) is monitored by the comparator 6 by using the Zener voltage of the Zener diode 18 as a reference. As shown in the diagram showing the operating waveform in the first example of the present invention in Figure 2, when the output voltage decreases to reach V_1 , the output voltage (as indicated by a point b in Figure 1) of the comparator 6 decreases to the low level, the control IC 4 starts the PWM operation (generation of PWM pulses of several 100 Hz) and the output voltage starts to increase. Thereafter, when the output voltage reaches V_2 , the output of the comparator 6 reaches the high level, so that the operation of the control IC 4 stops.

By making the control IC 4 perform an intermittent operation in this manner (at a frequency of several 100 Hz), the variations of the output voltage (V_{out}) can fall within a predetermined range (ΔV_{out}).

It is noted that the voltage values V_1 and V_2 are determined by providing hysteresis characteristics for the comparator 6.

Figure 3 is a diagram showing a modified example of the first example of the present invention, in which the control terminal (CTL) for instructing the PWM switching regulator control IC to disable/enable the operation thereof is not provided. In Figure 3, the reference

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

numeral 20 denotes a transistor (Tr2) for turning ON/OFF the power supplied to the control IC 4; 21 and 22 denote resistors; and the other reference numerals denote the same components as those of Figure 1.

In this example, the power supplied to the control IC 4 is turned ON/OFF, thereby making the control IC 4 perform an intermittent operation.

Figure 4 is a drawing illustrating the effect of the present invention: Figure 4(a) shows a case of a conventional example (during a normal operation); and Figures 4(b) and 4(c) show the cases of the present invention (performing a CTL control). In each of these figures, output voltages and current corresponding to input voltages and current and resulting conversion efficiencies are shown.

Specifically, according to the present invention, the conversion efficiency when the output power is at a low level can be improved from 20-30% in a conventional example to 60-70%.

Example 2

Figure 5 is a diagram showing the second example of the present invention, which is an example applying the present invention to a voltage step down DC-DC converter. In this example, the section surrounded by the broken line is newly provided as an additional circuit section, as compared with the conventional circuit configuration shown in Figure 9. The reference numerals in Figure 5 are the

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

same as those in Figure 1.

In addition, the operation of the additional circuit section within the broken line is also the same as that of Figure 1. As is illustrated by the diagram showing the operating waveform in the second example of the present invention in Figure 6, the output voltage (V_{out}) is controlled so as to vary in the range from V_3 to V_4 by making the control IC 4 perform an intermittent operation.

Figure 7 is a diagram showing a modified example of the second example of the present invention, in which the control terminal (CTL) for controlling the control IC 4 to disable/enable the operation thereof is not provided. In this example, the power supplied to the control IC 4 is turned ON/OFF by the transistor (Tr_2) 20, thereby making the control IC 4 perform an intermittent operation.

[Effect of the Invention]

As described above, the DC-DC converter of the present invention makes a control IC perform an essential PWM control when an excellent conversion efficiency is attained with a medium to high output power, and externally makes the control IC perform an intermittent operation when the output power is at a low level, thereby reducing the average power supplied to the control IC to 1/2 to 1/5. Consequently, the conversion efficiency can be improved from 20-30% to 60-70%.

4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a diagram showing the first example

THIS PAGE BLANK (USP 12)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

of the present invention; Figure 2 is a diagram showing the operating waveform in the first example of the present invention; Figure 3 is a diagram showing a modified example of the first example of the present invention; Figure 4 is a drawing illustrating the effect of the present invention; Figure 5 is a diagram showing the second example of the present invention; Figure 6 is a diagram showing the operating waveform in the second example of the present invention; Figure 7 is a diagram showing a modified example of the second example of the present invention; Figure 8 is a diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step up DC-DC converter; and Figure 9 is a diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step down DC-DC converter.

1: battery; 2 choke; 3 switching transistor (Tr1); 4: PWM switching regulator control IC; 5: rectifying diode; 6: comparator; 7: capacitor; 8 to 14; resistors; 15 to 17: diodes; 18: Zener diode; 20: transistor (Tr2); and 21 and 22: resistors.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

る図を示しており、第4図(a)は従来例の場合(過電流発生時)、第4図(b)、第4図(c)は本発明の場合(CTL制御)で、それぞれ、入力電圧・電流に対する出力電圧・電流と変換効率とを示したものである。

すなわち、本発明によれば、低出力電力時の変換効率を従来例の20~30%から60~70%に改善することができる。

実施例その2

第4図は本発明の第二の実施例を示す図であり、ステップダウン型DC/DCコンバータに本発明を応用した例である。本例は、第3図に示した従来の回路構成と比較して、新たに追加で囲まれた部分が追加回路部として付加されており、図中の各記号は第1図の場合と同様である。

さらに、追加回路部の動作も、第1図の場合と同様であり、第5図の本発明の第二の実施例の動作波形を示す図のごとく、出力

電圧(V_{out})は電圧値 V_1 から V_2 まで、コントロールICを間欠動作させて制御される。

さらに、第7図は本発明の第二の実施例の変形例を示す図であり、コントロールICにその動作の禁止/許可を制御するためのコントロール端子(CTL)を有しない場合の例であり、トランジスタ($Tr2$)20によりコントロールICへの供給電圧をオン/オフして間欠動作を行なわせる。

【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明のDC/DCコンバータによれば、中、高出力電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低出力電力時に外部からコントロールICを間欠動作させ、コントロールICへの平均供給電力を1/2~1/5に低減することにより、変換効率を20~30%から60~70%に改善することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す図、第2図は本発明の第一の実施例の動作波形を示す図、第3図は本発明の第一の実施例の変形例を示す図、第4図は本発明の効果について説明する図、第5図は本発明の第二の実施例を示す図、第6図は本発明の第二の実施例の動作波形を示す図、第7図は本発明の第二の実施例の変形例を示す図、第8図は従来のステップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図、第9図は従来のステップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図である。

1……電池、2……チョーク、3……スイッチング用トランジスタ($Tr1$)、4……PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5……整流用ダイオード、6……コンパレータ、7……コンデンサ、8~14……抵抗器、15~17……ダイオード、18……フューズダイオード、20……トランジスタ($Tr2$)、21、22……抵抗器

代理人 弁理士 本間 繁

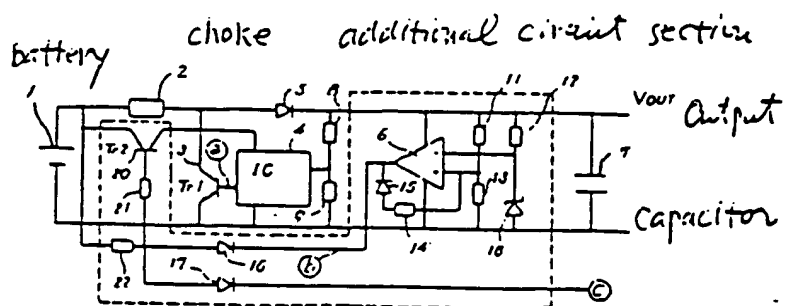


FIG.3

Diagram showing a modified example of the first example of the invention

THIS PAGE BLANK (USPTO)

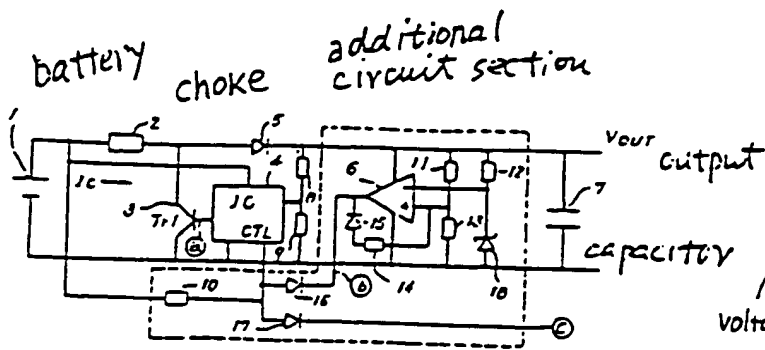
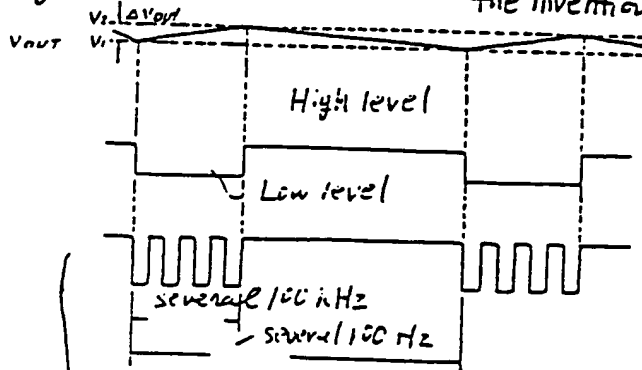


FIG. 1

Diagram showing the first example of the invention

Output voltage



Output waveform of error amplifier point (b) in Figure 1)

Output waveform of control IC point (a) in Figure 1)

Output waveform of error amplifier (point (b) in Figure 5)

Output waveform of control IC

Input

Minimum Operation

Current (a)

Output

Efficiency

V	mA	V	mA	%
3.0	4.64	3.0	1	21.55
2.5	4.96	3.0	1	24.19
2.0	5.29	3.0	1	27.81

CTL control

Current (a)

Input		Output		Efficiency %
V	mA	V	mA	
3.0	1.76	3.2	1	60.61
2.5	2.10	3.2	1	60.95
2.0	2.64	3.2	1	60.61

CTL control

(c) Load capacitor: 40 μF

Input		Output		Efficiency %
V	mA	V	mA	
3.0	1.50	3.1	1	68.89
2.5	1.90	3.1	1	65.26
2.0	2.50	3.1	1	60.00

Voltage

FIG. 4

Drawing illustrating the effect of the invention

FIG. 2
Diagram showing the operating waveform in the first example of the invention

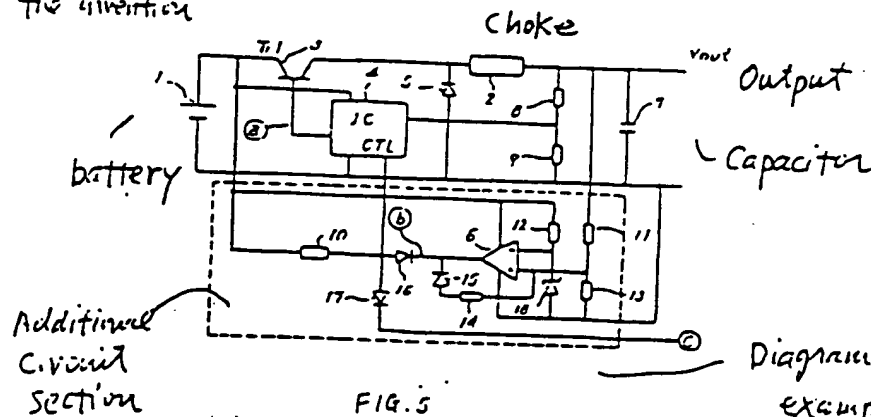


FIG. 5

Diagram showing the second example of the invention

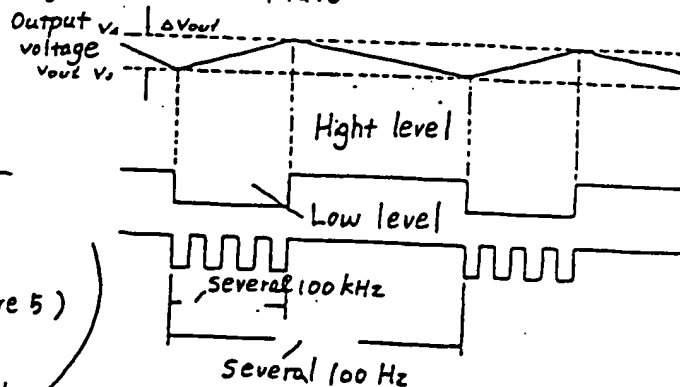


FIG. 6

Diagram showing

THIS PAGE BLANK (USPTO)

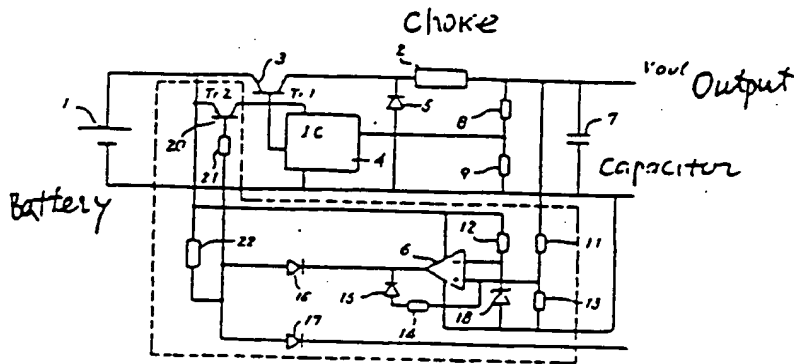


FIG. 7

Diagram showing a modified example of the second example of the invention

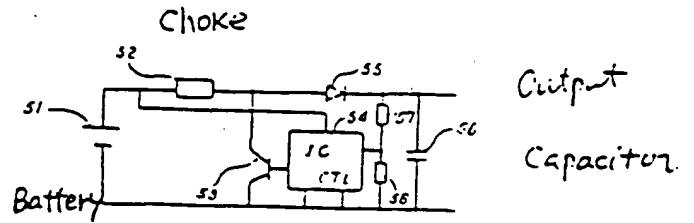


FIG. 8

Diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step up DC/DC converter

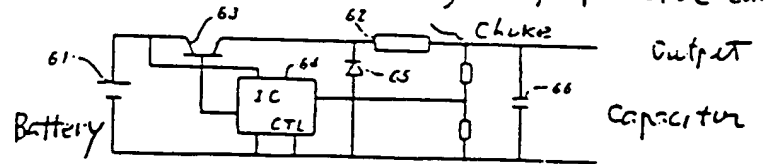


FIG. 9

Diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step down DC/DC converter

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 1997 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03677671

HIGH EFFICIENCY TYPE DC/DC CONVERTER

PUB. NO.: 04-042771 JP 4042771 A]

PUBLISHED: February 13, 1992 (19920213)

INVENTOR(s): ITOYAMA MASAMI
MINAMOTO YOSHIHARU
KAWAOKA KEIICHIAPPLICANT(s): FUJITSU LTD [000522] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 02-146080 [JP 90146080]

FILED: June 06, 1990 (19900606)

INTL CLASS: [5] H02M-003/155

JAPIO CLASS: 43.2 (ELECTRIC POWER -- Transformation); .42.2 (ELECTRONICS --
Solid State Components)JOURNAL: Section: E, Section No. 1207, Vol. 16, No. 227, Pg. 121, May
26, 1992 (19920526)

ABSTRACT

PURPOSE: To improve conversion efficiency by making a control IC perform essential PWM control when conversion efficiency is excellent at medium and high power and making it perform intermittent operation at low output power.

CONSTITUTION: A control IC 4 starts operation by putting the control terminal on a low level. So, at medium and high output, by detecting, for example, the load current or changing over the switch, or by other method, the signal for load side is put on a low level in advance to make the control IC 4 perform usual PWM control. Moreover, at low output power, the signal is put on a high level to make it perform intermittent operation by an additional circuit.

?e pn=jp 30113986

⑧Int. Cl.

H 02 M 3/155

⑨特許庁

特許庁

H
P

7829-5H
7829-5H

⑩公開 平成4年(1992)2月13日

FISH & NEAVE
CA. LIBRARY

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑪発明の名称 高効率型DC/DCコンバータ

⑫特 願 平2-145050

⑬出 願 平2(1990)6月6日

⑭発 明 者 永 山 正 美 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑮発 明 者 皆 本 喜 治 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑯発 明 者 川 岡 圭 一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑰出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

⑱代 理 人 弁理士 本 間 崇

明 書

コンバータ。

1. 発明の名称

高効率型DC/DCコンバータ

2. 発明の要旨

直流電圧を入力電圧とし、該入力電圧と所定されたスイッチング周波数用トランジスタのオン/オフ制御により所定の電圧出力電圧を導くPWMスイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータにおいて、

上記DC/DCコンバータの出力電圧が所定の電圧以上の場合には、上記スイッチング周波数用トランジスタをオン/オフ制御するためのPWM制御回路を動作させる第一の手段と、

DC/DCコンバータの出力電圧が所定の電圧以下の場合には、上記PWM制御回路を動作させ、出力電圧が所定の電圧内に入るよう制御する第二の手段とを、

設けたことを特徴とする高効率型DC/DC

3. 発明の詳細な説明

【組 成】

PWMスイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータに關し、

従来のDC/DCコンバータでは、負荷電力の大小に關係なく、コンバータ中のPWM制御回路(通常は電圧回路化され、「PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC」と称される)が常時動作しており、該PWM制御回路の消費電力により低出力電力時の又従って低下していた回路の効率を目的とし、

DC/DCコンバータの出力電圧が所定の電圧以上の場合には、上記PWM制御回路を動作させる第一の手段と、出力電圧が所定の電圧以下の場合には、上記PWM制御回路を動作させる第二の手段を設けて構成する。

【装置上の利便分野】

本発明はPWM (Pulse Width Modulation) スイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータに關し、特に低出力電力時の変換効率を大幅に改善したDC/DCコンバータに關する。

【従来の技術】

直流入力電圧を所定の直流出力電圧に変換するDC/DCコンバータとして、スイッチングレギュレータ方式のものがあり、この回路構成例を第8図、第9図に示す。

すなわち、第8図は入力電圧を昇圧して出力するステップアップ型のDC/DCコンバータで、第9図は入力電圧を降圧して出力するステップダウン型のDC/DCコンバータを並列している。これら従来の例はよく知られたものであるが、以下これらの従来の例について簡単に説明を加えると、第8図のステップアップ型DC/DCコンバータでは、電圧51を直流入力電圧

とし、

・コントロールIC54により、スイッチング用トランジスタ53をオン/オフ (ON/OFF) させ、チョーク52に流れる電流により、ダイオード55を介してコンデンサ56を充電し昇圧された直流出力電圧を得るものである。なお、図中の抵抗器57、58は出力電圧の監視信号を生成するためのものであり、監視信号によりコントロールIC54からのPWMパルスが制御され出力電圧を一定値に保つ。

また、同様に、第9図のステップダウン型のDC/DCコンバータでは、電圧61を直流入力電圧源として用い、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC64により、スイッチング用トランジスタ63をオン/オフ (ON/OFF) させ、チョーク62およびコンデンサ66により平滑された直流出力電圧を得るものである。なおダイオード65はフライコイルダイオードである。

【発明が解決しようとする課題】

以上、従来の技術の項で説明した、DC/DCコンバータ中のPWMスイッチングレギュレータ・コントロールICとしては、バイポーラ (Bipolar) 型のものが長く使用され、このバイポーラ型の、特にCMOS型の物と比較して、動作電圧範囲が広く、高周波動作が可能 (〜500kHz) であり、これにより共振回路のチョークやコンデンサを小さくすることができ、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールICへの供給電力が無視できるような中、高出力電力時での変換効率が向上する。

しかしながら、スイッチングレギュレータ・コントロールICへの供給電力が無視できないような低出力電力時での変換効率は大幅に悪くなり、電圧から電力を供給する装置において、数mW〜数千mW程度の負荷に電力を供給し、かつ、数mWの負荷への電力供給が長時間必要な場合には、コントロールIC自身の電力消費により電圧が崩壊してしまい、実用性とは遠く

なかつた。

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、低出力電力時の変換効率を大幅に改善した高効率型DC/DCコンバータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、上述の目的は前記特許請求の範囲に記載した手段により達成される。

すなわち、本発明は、直流電圧源を人力電圧とし、該入力電圧と接続されたスイッチング用トランジスタのオン/オフ制御により所定の直流出力電圧を得るPWMスイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータにおいて、

上記DC/DCコンバータの出力電力が所定の値以上の場合には、上記スイッチング用トランジスタをオン/オフ制御するためのPWM制御回路を常時動作させる第一の手段と、DC/DCコンバータの出力電力が所定の値以下の場合には、上記PWM制御回路を不動作と

せ、出力電圧が所定の範囲内に入るよう制御する第二の手段とを設けた高効率型DC/DCコンバータである。

【作 用】

本発明の高効率型DC/DCコンバータにおいては、負荷に供給する電力が少なくて良い場合には、スイッチングトランジスタをオン/オフ駆動するPWM制御回路部（通常はIC化され、「PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC」と称される）での減電電力の割合が多くなり、電力変換効率を悪化させていた問題を解決するために、上記コントロールIC中、高電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低出力電力時はコントロールICを閉文動作させ変換効率の改善を図る。

(CTL)を低レベル(Low)にすることにより動作を開始する。そこで中、高電力出力時には、例えば負荷電流を検出するか、スイッチ電圧などとして、負荷側からの信号④を低レベル(Low)にしており、コントロールIC4に通常のPWM制御動作を実行させる。

また、低出力電力時には信号④を高レベル(High)とし、追加回路部によりコントロールIC4を閉文動作させる。

すなわち、出力電圧(Vout)はコンパレータ6によりフューダイオード13のフュー電圧を基準として監視されており、第2図の本発明の第一の実施例の動作図例を示す図に示されるごとく、出力電圧が低下しV₁に到達すると、コンパレータ6の出力電圧(第1図中の⑤点)は低レベル(Low)となり、コントロールIC4はPWM動作(概100%のPWMパルス発生)を開始し、出力電圧は上昇し始める。そして、出力電圧がV₂に到達するとコンパレータ6の出力電圧は高レベル(High)となり、コントロール

【実施例】

実施例その1.

第1図は本発明の第一の実施例を示しており、ステップアップ型DC/DCコンバータに本発明を応用した例であり、かつ、スイッチングレギュレータ・コントロールICにその動作の停止/許可を示すコントロール端子(CTL)を有する場合の例である。

第1図において、1は電圧、2はチョーク、3はスイッチング用トランジスタ(Tr1)、4はスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5は電流用ダイオード、6はコンパレータ、7はコンデンサ、8-14は抵抗部、15-17はダイオード、18はフューダイオードを要しており、第3図の従来のステップアップ型のDC/DCコンバータと比較して新たに追加で置かれる部分が増加回路部として付加されたものである。

以下、本実施例の動作について説明する。

コントロールIC4はそのコントロール端子

IC4の動作が停止する。

このように、コントロールIC4を閉文動作(概100%遮断)させることにより、出力電圧(Vout)の変動を所定の範囲内(ΔV_{out})に収めることができる。

なお、電圧値V₁、V₂はコンパレータ6にヒステリシス特性をもたせて決定する。

また、第3図は本発明の第一の実施例の別例を示す図であり、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールICにその動作の停止/許可を示すコントロール端子(CTL)がない場合の例であり、20はコントロールIC4への供給電流をオン/オフ(ON/OFF)するトランジスタ(Tr2)、21、22は抵抗部を要しており、他の符号は第1図の場合と同様である。

この実施例では、コントロールIC4への供給電流をオン/オフし、該コントロールIC4の閉文動作を行なわせるものである。

なお、本発明の第一の実施例の動作について説明す

る図を示してあり、第4図(a)は従来例の場合(通常使用時)、第4図(b)、第4図(c)は本発明の場合(CTし制御)で、それぞれ、入力電圧・電流に対する出力電圧・電流と負荷効率とを示したものである。

すなわち、本発明によれば、低出力電力時の負荷効率を従来例の20~30%から60~70%に改善することができる。

実用例その2

第4図は本発明の第二の実施例を示す図であり、ステップダウン型DC/DCコンバータに本発明を適用した例である。本例は、第3図に示した従来の回路構成と比較して、新たに制御で図まれた部分が追加回路部として付加されており、図中の各記号は第1図の場合と同様である。

さらに、制御内の追加回路部中の動作も、第1図の場合と同様であり、第3図の本発明の第二の実施例の動作波を示す図のごとく、出力

電圧(V_{out})は電圧値 V 、から V 、まで、コントロールIC4を固定動作させて制御される。

さらに、第7図は本発明の第二の実施例の実用例を示す図であり、コントロールIC4にその動作の停止/許可を制御するためのコントロール端子(CTし)を有しない場合の例であり、トランジスタ($Tr2$)20によりコントロールIC4への供給電流をオン/オフして固定動作を行わせる。

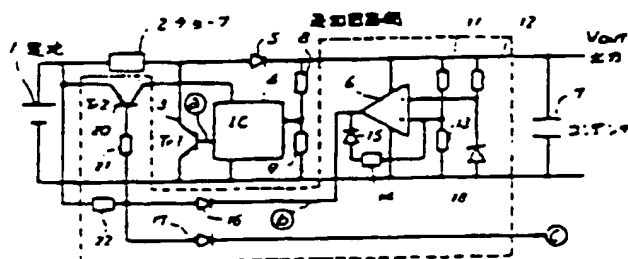
【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明のDC/DCコンバータによれば、中、高出力電力時の負荷効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低出力電力時は外部からコントロールICを固定動作させ、コントロールICへの平均供給電流を1/2~1/5に低減することにより、負荷効率を20~30%から60~70%に改善することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す図、第2図は本発明の第一の実施例の動作波を示す図、第3図は本発明の第一の実施例の実用例を示す図、第4図は本発明の効果について説明する図、第5図は本発明の第二の実施例を示す図、第6図は本発明の第二の実施例の動作波を示す図、第7図は本発明の第二の実施例の実用例を示す図、第8図は従来のステップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図、第9図は従来のステップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図である。

1……電圧、2……チャージ、3……スイッチング周波数トランジスタ($Tr1$)、4……PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5……電圧用ダイオード、6……コンパレータ、7……コンデンサ、8~14……抵抗器、15~17……ダイオード、18……フューズダイオード、20……トランジスタ($Tr2$)、21、22……抵抗器



本発明の第一の実施例の回路例を示す図

第3図

る図を承しており、第4図(a)は従来の場合(通常使用時)、第4図(b)、第4図(c)は本発明の場合(CTL制御)で、それぞれ、入力電圧・電流に対する出力電圧・電流と変換効率とを承したものである。

すなわち、本発明によれば、低出力電力時の変換効率を従来の20~30%から60~70%に改善することができる。

実施例その2

第4図は本発明の第二の実施例を示す図であり、ステップダウン型DC/DCコンバータに本発明を応用した例である。本例は、第9図に示した従来の回路構成と比較して、新たに追加で図された部分が追加回路部として付加されており、図中の各記号は第1図の場合と同様である。

さらに、追加回路部中の動作も、第1図の場合と同様であり、第5図の本発明の第二の実施例の動作状態を示す図のごとく、出力

電圧(V_{out})は電圧値 V_1 から V_2 まで、コントロールIC4を周知動作させて制御される。

さらに、第7図は本発明の第二の実施例の動作状態を示す図であり、コントロールIC4にその動作の停止/許可を制御するためのコントロール端子(CTL)を有しない場合の例であり、トランジスタ(Tr2)20によりコントロールIC4への供給電流をオン/オフして周知動作を行なわせる。

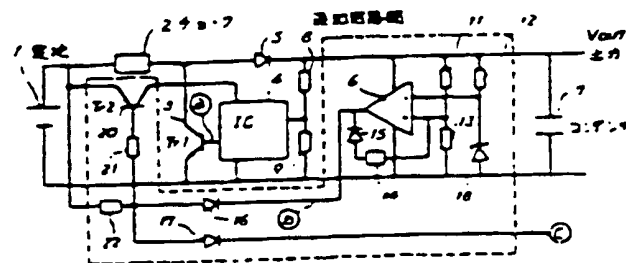
【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明のDC/DCコンバータによれば、中、高出力電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低出力電力時は外部からコントロールICを周知動作させ、コントロールICへの平均供給電流を1/2~1/5に低減することにより、変換効率を20~30%から60~70%に改善することができる。

4. 図面の簡単な説明

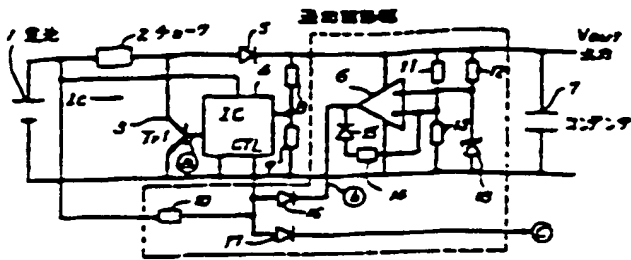
第1図は本発明の第一の実施例を示す図、第2図は本発明の第一の実施例の動作状態を示す図、第3図は本発明の第一の実施例の電圧例を示す図、第4図は本発明の効果について説明する図、第5図は本発明の第二の実施例を示す図、第6図は本発明の第二の実施例の動作状態を示す図、第7図は本発明の第二の実施例の電圧例を示す図、第8図は従来のステップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図、第9図は従来のステップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図である。

1……電池、2……チョーク、3……スイッチング用トランジスタ(Tr1)、4……PWMエィチングレギュレータ・コントロールIC、5……整流用ダイオード、6……コンパレータ、7……コンデンサ、8~14……抵抗器、15~17……ダイオード、18……フューズダイオード、20……トランジスタ(Tr2)、21、22……抵抗器



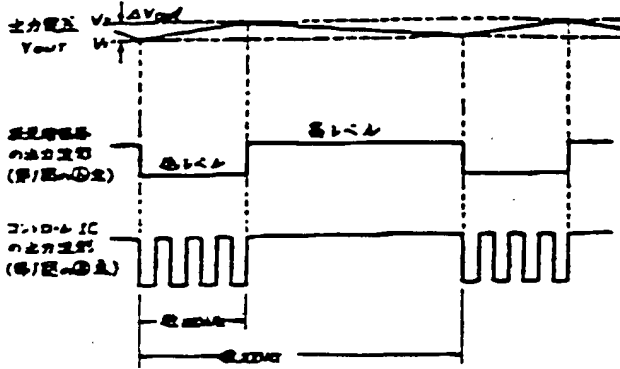
本発明の第一の実施例の電圧例を示す図

第3図



本発明の第一の実施例を示す図

第 1 図



本発明の第一の実施例の動作波形を示す図

第 2 図

(a)

入力		出力		効率 %
電圧 V	電流 mA	電圧 V	電流 mA	
3.0	4.64	3.0	1	21.55
2.5	4.96	3.0	1	24.19
2.0	5.89	3.0	1	27.63

(b)

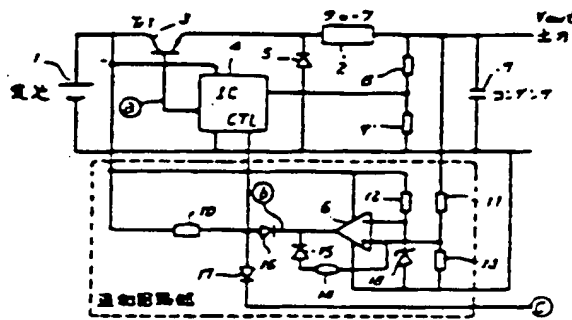
入力		出力		効率 %
電圧 V	電流 mA	電圧 V	電流 mA	
3.0	1.76	3.2	1	60.61
2.5	2.10	3.2	1	60.05
2.0	2.64	3.2	1	60.61

(c)

入力		出力		効率 %
電圧 V	電流 mA	電圧 V	電流 mA	
3.0	1.50	3.1	1	68.89
2.5	1.90	3.1	1	65.26
2.0	2.50	3.1	1	60.00

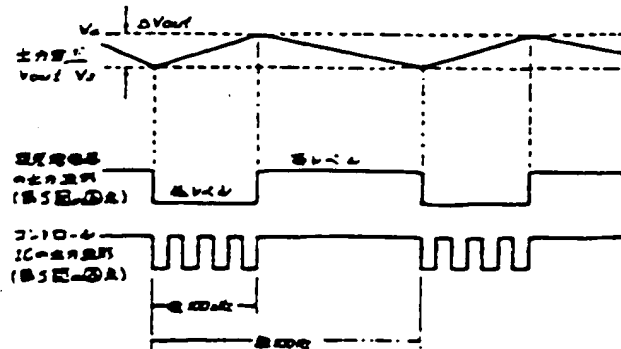
本発明の効果について説明する図

第 4 図

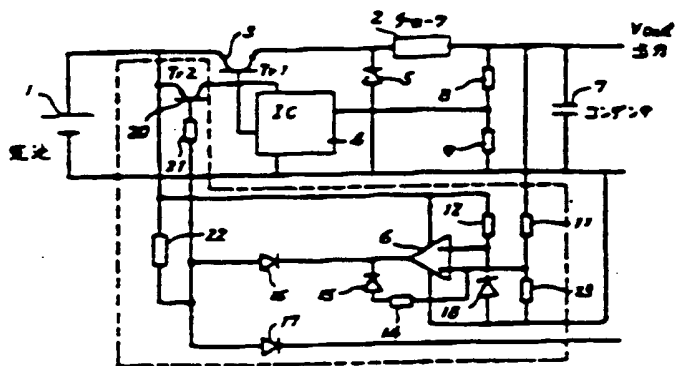


本発明の第二の実施例を示す図

第 5 図

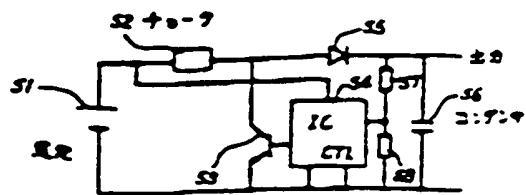


本発明の第二の実施例の動作波形を示す図



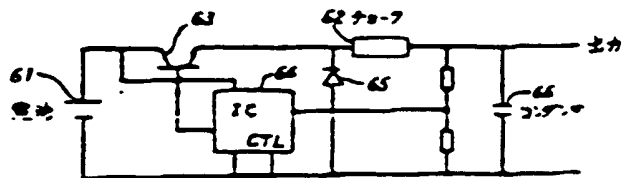
本発明の第二実施例の回路図を示す図

第 7 図



昇圧のステップアップ型 DC/DC コンバータの回路構成例を示す図

第 8 図



降圧のステップダウン型 DC/DC コンバータの回路構成例を示す図

第 9 図

4/5/1

DIALOG(R) File 347:JAPIO

(c) 1997 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03677671

HIGH EFFICIENCY TYPE DC/DC CONVERTER

PUB. NO.: 04-042771 JP 4042771 A]

PUBLISHED: February 13, 1992 (19920213)

INVENTOR(s): ITOYAMA MASAMI

MINAMOTO YOSHIHARU

KAWAOKA KEIICHI

APPLICANT(s): FUJITSU LTD [000522] (A Japanese Company or Corporation), JP
(Japan)

APPL. NO.: 02-146080 [JP 90146080]

FILED: June 06, 1990 (19900606)

INTL CLASS: [5] H02M-003/155

JAPIO CLASS: 43.2 (ELECTRIC POWER -- Transformation); 42.2 (ELECTRONICS --
Solid State Components)JOURNAL: Section: E, Section No. 1207, Vol. 16, No. 227, Pg. 121, May
26, 1992 (19920526)

ABSTRACT

PURPOSE: To improve conversion efficiency by making a control IC perform essential PWM control when conversion efficiency is excellent at medium and high power and making it perform intermittent operation at low output power.

CONSTITUTION: A control IC 4 starts operation by putting the control terminal on a low level. So, at medium and high output, by detecting, for example, the load current or changing over the switch, or by other method, the signal for load side is put on a low level in advance to make the control IC 4 perform usual PWM control. Moreover, at low output power, the signal is put on a high level to make it perform intermittent operation by an additional circuit.

?e pn=jp 30113986

THIS PAGE BLANK (USP 13)

Int. Cl.

H 02 M 3/155

発明記号

庁内整理番号

H
P

7829-5H
7829-5H

公開 平成4年(1992)2月13日

FISH & NEAVE
CAL. LIBRARY

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

発明の名称 高効率型DC/DCコンバータ

特 願 平2-146330

出 願 平2(1990)6月6日

発 明 者 永 山 正 美 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

発 明 者 皆 本 喜 治 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

発 明 者 川 岡 圭 一 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

出 願 人 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

代 理 人 弁理士 本 間 泰

明 細 書

コンバータ。

1. 発明の名称

高効率型DC/DCコンバータ

2. 特許請求の範囲

直流電圧値を入力電圧とし、該入力電圧と所定されたスイッチング周波数トランスジスタのオン/オフ制御により所定の直流出力電圧を有するPWMスイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータにおいて、

上記DC/DCコンバータの出力電圧が所定の電圧以上の場合には、上記スイッチング周波数トランスジスタをオン/オフ制御するためのPWM制御回路を常時動作させる第一の手段と、

DC/DCコンバータの出力電圧が所定の電圧下の場合には、上記PWM制御回路を断電動作させ、出力電圧が所定の電圧内に入るよう制御する第二の手段とを、

設けたことを特徴とする高効率型DC/DC

3. 発明の詳細な説明

【概 説】

PWMスイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータに關し、

従来のDC/DCコンバータでは、負荷電力の大小に關係なく、コンバータ中のPWM制御回路(通常は変換回路化され、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC)と称される)が常時動作しており、該PWM制御回路の消費電力により低出力電力時の2倍の電力低下していた問題の解決を目的とし、

DC/DCコンバータの出力電圧が所定の電圧以上の場合には、上記PWM制御回路を常時動作させる第一の手段と、出力電圧が所定の電圧下の場合には、上記PWM制御回路を断電動作させる第二の手段を設けて構成する。

THIS PAGE BLANK (USP 10)

【電源上の利用分野】

本発明はPWM (Pulse Width Modulation) スイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータに關し、特に低出力電力時の変換効率を大幅に改善したDC/DCコンバータに關する。

【従来の技術】

直流入力電圧を所定の直流出力電圧に変換するDC/DCコンバータとして、スイッチングレギュレータ方式のものがあり、この回路構成例を第1図、第2図に示す。

すなわち、第1図は入力電圧を昇圧して出力するステップアップ型のDC/DCコンバータを、第2図は入力電圧を降圧して出力するステップダウン型のDC/DCコンバータを意味している。これら従来の例はよく知られたものであるが、以下これらの従来の例について簡単に説明を加えると、第1図のステップアップ型DC/DCコンバータでは、電圧51を直流入力電圧源

として用い、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC54により、スイッチング用トランジスタ53をオン/オフ(ON/OFF)させ、チョーク52に蓄積された電流により、ダイオード55を介してコンデンサ56を充電し昇圧された直流出力電圧を得るものである。なお、図中の電圧57、58は出力電圧の監視信号を生成するためのものであり、監視信号によりコントロールIC54からのPWMパルスが制御され出力電圧を一定値に保つ。

また、同様に、第2図のステップダウン型のDC/DCコンバータでは、電圧61を直流入力電圧源として用い、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC64により、スイッチング用トランジスタ63をオン/オフ(ON/OFF)させ、チョーク62およびコンデンサ66により平滑された直流出力電圧を得るものである。なおダイオード65はフライホイールダイオードである。

41

【発明が解決しようとする課題】

以上、従来の技術の項で説明した、DC/DCコンバータ中のPWMスイッチングレギュレータ・コントロールICとしては、バイポーラ(Bipolar)型の物が多く使用され、このバイポーラ型のICはCMOS型の物と比較して、動作負荷電圧範囲が広く、高周波動作が可能(500kHz)であり、これにより共振回路のチョークやコンデンサを小さくすることができ、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールICへの供給電力が軽減できるような中、高出力電力時の変換効率を向上する。

しかしながら、スイッチングレギュレータ・コントロールICへの供給電力が軽減できないような低出力電力時の変換効率は大幅に低くなり、電圧から電力を供給する装置において、電圧W〜数千のW程度の負荷に電力を供給しつつ、数mWの負荷への電力供給が長時間必要な場合には、コントロールIC自身の電力消費により電圧が崩壊してしまい、実用的とは見え

なかった。

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、低出力電力時の変換効率を大幅に改善した高効率型DC/DCコンバータを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、上述の目的は前記所定電圧の範囲に記憶した手段により達成される。

すなわち、本発明は、直流電圧源を人力電圧とし、該人力電圧と接続されたスイッチング用トランジスタのオン/オフ制御により所定の直流出力電圧を得るPWMスイッチングレギュレータ方式のDC/DCコンバータにおいて、

上記DC/DCコンバータの出力電力が所定の範囲上の場合には、上記スイッチング用トランジスタをオン/オフ制御するためのPWM制御回路を正常動作させる第一の手段と、DC/DCコンバータの出力電力が所定の範囲下の場合には、上記PWM制御回路を不動作と

THIS PAGE BLANK (USPTO)

せ、出力電圧が所定の範囲内に入るよう制御する第2の手段とを設けた高効率型DC/DCコンバータである。

【作 用】

本発明の高効率型DC/DCコンバータにおいては、負荷に供給する電力が少なくない場合には、スイッチングトランジスタをオン/オフ駆動するPWM制御回路部（通常はIC化され、「PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC」と称される）で出力電力の割合が多くなり、電力変換効率を悪化させていた問題を解決するために、上記コントロールIC中、高電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低電力電力時はコントロールICを間欠動作させ変換効率の改善を図る。

(CTL)を低レベル(L00)にすることにより動作を開始する。そこで中、高電力出力時には、例えば負荷電流を検出するか、スイッチング損失などとして、負荷側からの信号④を低レベル(L00)にしており、コントロールIC4に通常のPWM制御動作を実行させる。

また、低出力電力時には信号④を高レベル(High)とし、追加回路部によりコントロールIC4を間欠動作させる。

すなわち、出力電圧(V_{out})はコンパレータ6によりフューザダイオード18のフューザ電圧を基準として監視されており、第2図の本発明の第1の実施例の動作態様を示す図に示されるごとく、出力電圧が低下しV₁に到達すると、コンパレータ6の出力電圧(第1図中の④点)は低レベル(L00)となり、コントロールIC4はPWM動作(第10図のPWMパルス発生)を開始し、出力電圧は上昇し始める。そして、出力電圧がV₂に到達するとコンパレータ6の出力電圧は高レベル(High)となり、追加回路部によりコントロールIC4を間欠動作させる。

【実施例】

実施例その1.

第1図は本発明の第1の実施例を示しており、ステップアップ型DC/DCコンバータに本発明を適用した例であり、かつ、スイッチングレギュレータ・コントロールICにその動作の停止/許可を示すコントロール端子(CTL)を有する場合の例である。

第1図において、1は電池、2はトランス、3はスイッチングトランジスタ(Tr1)、4はスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5は整流用ダイオード、6はコンパレータ、7はコンデンサ、8-14は抵抗器、15-17はダイオード、18はフューザダイオードを設けてあり、第3図の従来のステップアップ型のDC/DCコンバータと比較して新たに追加で置かれる部分が増加回路部として付加されたものである。

以下、本実施例の動作について説明する。

コントロールIC4はそのコントロール端子

IC4の動作が停止する。

このように、コントロールIC4を間欠動作(第10図参照)をすることにより、出力電圧(V_{out})の変動を所定の範囲内(ΔV_{out})に収めることができる。

なお、電圧値V₁、V₂はコンパレータ6にヒステリシス特性をもたせて決定する。

また、第3図は本発明の第1の実施例の第2の実施例を示す図であり、PWMスイッチングレギュレータ・コントロールICにその動作の停止/許可を示すコントロール端子(CTL)がない場合の例であり、20はコントロールIC4への供給電圧をオン/オフ(ON/OFF)するトランジスタ(Tr2)、21、22は抵抗器を設けてあり、他の符号は第1図の場合と同様である。

この実施例では、コントロールIC4への供給電圧をオン/オフし、該コントロールIC4の間欠動作を行わせるものである。

なお、第4図は本発明の第2の実施例を示す図であり、第1図の構成に、出力電圧を監視するコンパレータ6の出力電圧をコントロールIC4のCTL端子に接続し、コントロールIC4を間欠動作させる構成である。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

る図を示してあり、第4図(a)は定電圧の場合(通常使用時)、第4図(b)、第4図(c)は本発明の場合(Cリミット)で、それぞれ、入力電圧・電流に対する出力電圧・電流と変換効率とを示したものである。

すなわち、本発明によれば、低出力電力時の変換効率を定電圧時の20〜30%から60〜70%に改善することが出来る。

変換例その2

第4図は本発明の第二の実施例を示す図であり、ステップダウン型DC/DCコンバータに本発明を適用した例である。本例は、第9図に示した従来の回路構成と比較して、新たに増設で置かれた部分が追加回路部として付加されており、図中の各記号は第1図の場合と同様である。

さらに、増設部の追加回路部中の動作も、第1図の場合と同様であり、第9図の本発明の第二の実施例の動作状態を示す図のごとく、出力

電圧(V_{out})は電圧値 V_1 から V_2 まで、コントロールICを逐次動作させて制御される。

さらに、第7図は本発明の第二の実施例の動作例を示す図であり、コントロールICにその動作の停止/許可を制御するためのコントロール端子(Cリミット)を付しない場合の例であり、トランジスタ(Tr2)20によりコントロールICへの供給電流をオン/オフして逐次動作を行なわせる。

【発明の効果】

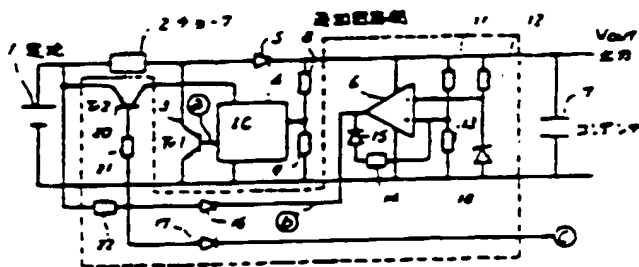
以上説明したごとく、本発明のDC/DCコンバータによれば、中、高出力電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをせず、低出力電力時は外部からコントロールICを逐次動作させ、コントロールICへの平均供給電流を1/2〜1/3に低減することにより、変換効率を20〜30%から60〜70%に改善することが出来る。

42

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す図、第2図は本発明の第一の実施例の動作状態を示す図、第3図は本発明の第一の実施例の電圧例を示す図、第4図は本発明の電圧について説明する図、第5図は本発明の第二の実施例を示す図、第6図は本発明の第二の実施例の動作状態を示す図、第7図は本発明の第二の実施例の電圧例を示す図、第8図は従来のステップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図、第9図は従来のステップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図である。

1……電源、2……チャージ、3……スイッチング用トランジスタ(Tr1)、4……PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5……整流用ダイオード、6……コンパレータ、7……コンデンサ、8〜14……抵抗器、15〜17……ダイオード、18……ツェナーダイオード、20……トランジスタ(Tr2)、21、22……抵抗器



本発明の第一の実施例の動作状態を示す図

第3図

THIS PAGE BLANK (USPTO)

る図を承してあり、第4図(a)は通常時の場合(通常使用時)、第4図(b)、第4図(c)は本発明の場合(CTし動作)で、それぞれ、入力電圧・電流に対する出力電圧・電流と変換効率とを承したものである。

すなわち、本発明によれば、低出力電力時の変換効率を従来例の20~30%から60~70%に改善することができる。

実施例その2

第4図は本発明の第二の実施例を示す図であり、ステップダウン型DC/DCコンバータに本発明を応用した例である。本例は、第3図に示した従来の回路構成と比較して、新たに追加で図された部分が追加回路部として付加されており、図中の番号は第1図の場合と同様である。

さらに、図中の追加回路部の動作も、第1図の場合と同様であり、第3図の本発明の第二の実施例の動作を承す図のごとく、出力

電圧(V_{out})は電圧値 V_1 から V_2 まで、コントロールICを周文動作させて制御される。

さらに、第7図は本発明の第二の実施例の動作を承す図であり、コントロールICにその動作の停止/許可を制御するためのコントロール端子(CTL)を有しない場合の例であり、トランジスタ(Tr2)28によりコントロールICへの供給電流をオン/オフして周文動作を行わせる。

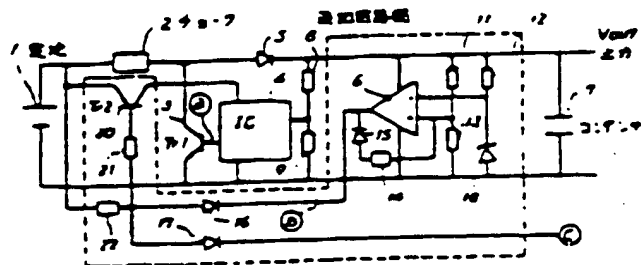
【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明のDC/DCコンバータによれば、中、高出力電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低出力電力時は外部からコントロールICを周文動作させ、コントロールICへの平均供給電流を1/2~1/5に低減することにより、変換効率を20~30%から60~70%に改善することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す図、第2図は本発明の第一の実施例の動作を承す図、第3図は本発明の第一の実施例の電圧例を示す図、第4図は本発明の動作について説明する図、第5図は本発明の第二の実施例を示す図、第6図は本発明の第二の実施例の動作を承す図、第7図は本発明の第二の実施例の電圧例を示す図、第8図は従来のステップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図、第9図は従来のステップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図である。

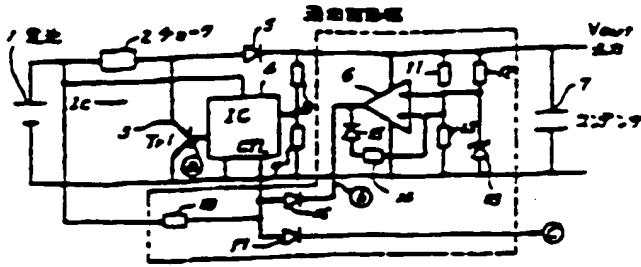
1---電池、2---チョーク、3---スイッチング用トランジスタ(Tr1)、4---PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5---電圧用ダイオード、6---コンパレータ、7---コンデンサ、8~14---抵抗器、15~17---ダイオード、18---フューズダイオード、20---トランジスタ(Tr2)、21、22---抵抗器



本発明の第一の実施例の電圧例を示す図

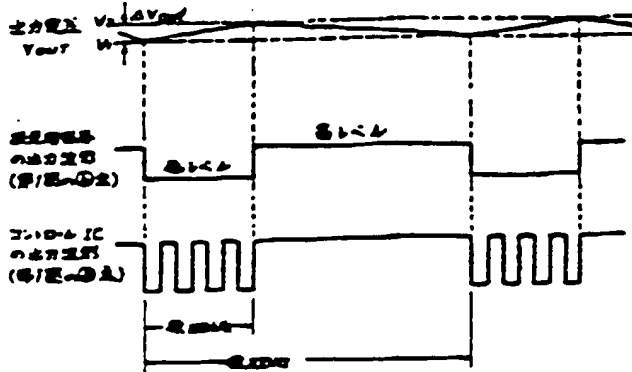
第3図

THIS PAGE BLANK (USPTO)



本発明の第一の実施例を示す図

第 1 図



本発明の第一の実施例の動作波形を示す図

第 2 図

(a) 過電圧抑制

入 力		出 力		効 率 %
電圧 V	電流 mA	電圧 V	電流 mA	
3.0	4.64	3.0	1	21.55
2.5	4.96	3.0	1	24.79
2.0	5.49	3.0	1	27.63

(b)

CTL 飽和

入 力		出 力		効 率 %
電圧 V	電流 mA	電圧 V	電流 mA	
3.0	1.76	3.2	1	60.61
2.5	2.10	3.2	1	62.45
2.0	2.64	3.2	1	60.61

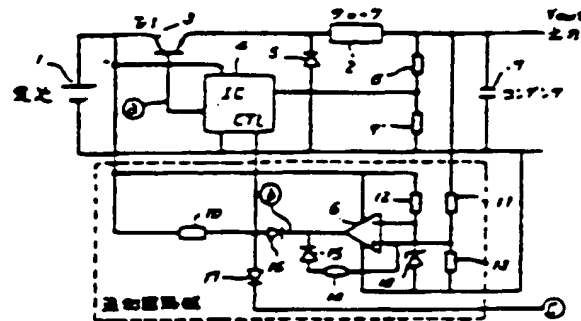
(c)

CTL 飽和 (負荷コンデンサ 47μF)

入 力		出 力		効 率 %
電圧 V	電流 mA	電圧 V	電流 mA	
3.0	1.50	3.1	1	68.89
2.5	1.40	3.1	1	65.26
2.0	2.50	3.1	1	60.00

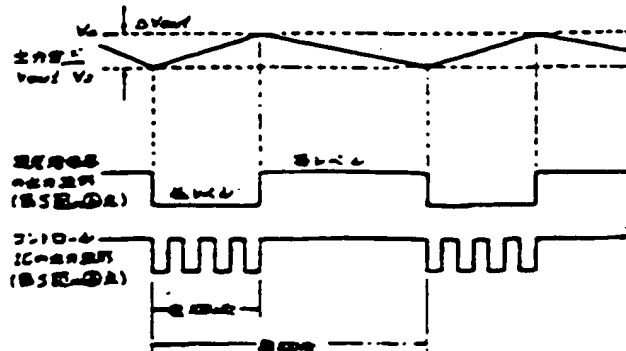
本発明の効果について説明する図

第 4 図



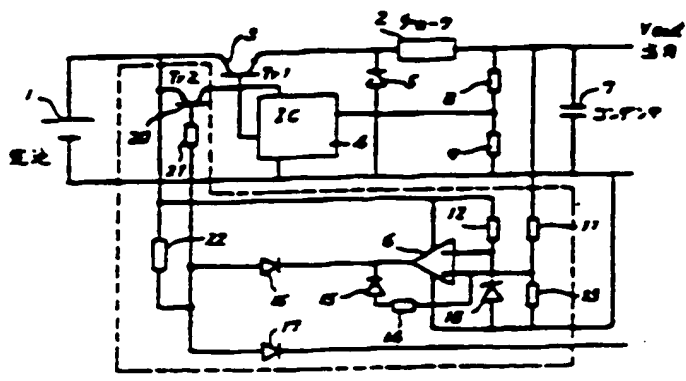
本発明の第二の実施例を示す図

第 5 図



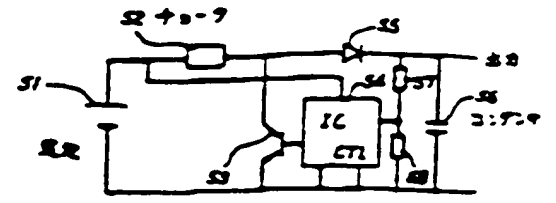
本発明の第二の実施例の動作波形を示す図

THIS PAGE BLANK (USPTO)



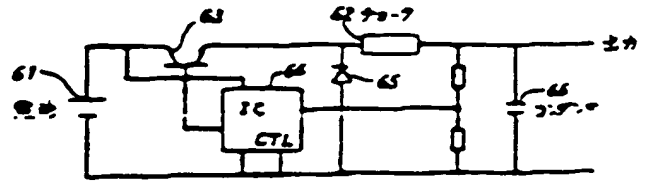
本発明の第二実施例の回路図を示す図

第 7 図



昇圧のステップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図

第 8 図



降圧のステップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図

第 9 図

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Translation of Japanese Laid-Open Publication

Laid-Open Publication Number: 4-42771

Laid-Open Publication Date: February 13, 1992

Title of the Invention: HIGH EFFICIENCY TYPE

DC-DC CONVERTER

Application Number: 2-146080

Filing Date: June 6, 1990

Inventors: M. ITOYAMA ET AL.

Applicant: FUJITSU LTD.

2. CLAIM

A high efficiency type DC-DC converter of a PWM switching regulator type for obtaining a predetermined DC output voltage from a DC voltage source as an input power supply by controlling ON/OFF states of a switching transistor connected to the input power supply, characterized by comprising:

first means for continuously activating a PWM control circuit section for controlling the ON/OFF states of the switching transistor when the output voltage of the DC-DC converter is equal to or larger than a predetermined value; and

second means for intermittently activating the PWM control circuit section such that the output voltage of the DC-DC converter falls within a predetermined range when the output voltage is equal to or smaller than the predetermined value.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[Summary of the Invention]

THIS PAGE BLANK (USP 10)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

The present invention relates to a DC-DC converter of a PWM switching regulator type,

has an objective of solving the problem of the decrease in conversion efficiency owing to the power consumed by a continuously activated PWM control circuit section (which is generally implemented as an integrated circuit and called a "PWM switching regulator control IC") of a comparator in a conventional DC-DC converter, irrespective of the magnitude of the power of a load, when the output power is low, and

is characterized by including: first means for continuously activating the PWM control circuit section when the output voltage of the DC-DC converter is equal to or larger than a predetermined value; and second means for intermittently activating the PWM control circuit section when the output voltage is equal to or smaller than the predetermined value.

[Field of the Invention]

The present invention relates to a DC-DC converter of a PWM (pulse width modulation) switching regulator type, and more particularly relates to a DC-DC converter exhibiting a significantly improved conversion efficiency when the output power is low.

[Prior Art]

A DC-DC converter of a switching regulator type is one of the DC-DC converters for converting a DC input voltage into a predetermined DC output voltage. Exemplary circuit configurations of the DC-DC converter of a switching regulator type are shown in Figures 8 and 9.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Specifically, Figure 8 shows a voltage step up DC-DC converter for outputting a boosted input voltage, and Figure 9 shows a voltage step down DC-DC converter for outputting a dropped input voltage. Since these conventional examples are well known, these conventional examples will be briefly described. In the voltage step up DC-DC converter shown in Figure 8, a battery 51 is used as a DC input voltage source, a switching transistor 53 is turned ON/OFF by a PWM switching regulator control IC 54, and a capacitor 56 is charged with the current induced by a choke 52 via a diode 55, thereby obtaining a boosted DC output voltage. It is noted that resistors 57 and 58 shown in Figure 8 are provided for generating an output voltage monitor signal. The PWM pulse from the control IC 54 is controlled in response to the monitor signal, thereby maintaining the output value at a constant value.

Similarly, in the voltage step down DC-DC converter shown in Figure 9, a battery 61 is used as a DC input voltage source and a switching transistor 63 is turned ON/OFF by a PWM switching regulator control IC 64, thereby obtaining a DC output voltage, the ripple of which has been filtered by a choke 62 and a capacitor 66. It is noted that a diode 65 is a flywheel diode.

[Problems to be Solved by the Invention]

As the PWM switching regulator control IC of the DC-DC converter described in the Prior Art, a control IC of a bipolar type is frequently used. The control IC of a bipolar type has a wider operating oscillation frequency range and can be oscillated at a higher frequency (up to

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

500 Khz) as compared with a control IC of a CMOS type. As a result, the capacitance values of the choke and the capacitor in the main circuit can be reduced, and the conversion efficiency can be improved when the power supplied to the PWM switching regulator control IC is negligible because the output power is at a medium to high level.

However, when the power supplied to the switching regulator control IC is non-negligible because the output power is at a low level, the conversion efficiency is extremely decreased. In a unit supplying power from a battery, in the case where the power is supplied to a load of about several mW to about several thousand mW and it takes a long time to supply the power to the load of about several mW, the battery power is wasted owing to the power consumption of the control IC itself. Thus, the control IC of the bipolar type cannot be regarded as a practical one.

In view of the above-described problems, the present invention has been devised for the purpose of providing a high efficiency type DC-DC converter which can significantly improve the conversion efficiency when the output power is low.

[Means for Solving the Problems]

According to the present invention, the above-described objective is accomplished by the means recited in the claim.

That is to say, the present invention is a high

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

efficiency type DC-DC converter of a PWM switching regulator type for obtaining a predetermined DC output voltage from a DC voltage source as an input power supply by controlling ON/OFF states of a switching transistor connected to the input power supply, including:

first means for continuously activating a PWM control circuit section for controlling the ON/OFF states of the switching transistor when the output voltage of the DC-DC converter is equal to or larger than a predetermined value; and second means for intermittently activating the PWM control circuit section such that the output voltage of the DC-DC converter falls within a predetermined range when the output voltage is equal to or smaller than the predetermined value.

[Function]

In the high efficiency type DC-DC converter of the present invention, when the power to be supplied to a load may be small, in order to solve the problem of the decrease in power conversion efficiency because of the increase in the ratio of the power consumed by a PWM control circuit section (which is generally implemented as an IC and called a "PWM switching regulator control IC") for controlling the ON/OFF states of a switching transistor, the control IC is made to perform an essential PWM control when an excellent conversion efficiency is attained with a medium to high output power, and is made to perform an intermittent operation when the output power is low, thereby improving the conversion efficiency.

[Examples]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

Example 1

Figure 1 shows the first example of the present invention, which is an example applying the present invention to a voltage step up DC-DC converter and providing a control device (CTL) for instructing a switching regulator control IC to disable/enable the operation thereof.

In Figure 1, the reference numeral 1 denotes a battery; 2 denotes a choke; 3 denotes a switching transistor (Tr1); 4 denotes a switching regulator control IC; 5 denotes a rectifying diode; 6 denotes a comparator; 7 denotes a capacitor; 8 to 14 denote resistors; 15 to 17 denote diodes; and 18 denotes a Zener diode. The section surrounded by the broken line is newly provided as an additional circuit section, as compared with the conventional voltage step up DC-DC converter shown in Figure 8.

Hereinafter, the operation in this example will be described.

The control IC 4 starts the operation thereof by setting the control terminal (CTL) at a low level. Thus, when the output power is at a medium to high level, a signal C from a load is set at a low level, for example, by detecting load current or turning the switch, thereby making the control IC 4 perform a normal PWM control operation.

On the other hand, when the output power is at a low level, the signal C is set at a high level, thereby

THIS PAGE BLANK 100%

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

making the control IC 4 perform an intermittent operation by using the additional circuit section.

Specifically, the output voltage (V_{out}) is monitored by the comparator 6 by using the Zener voltage of the Zener diode 18 as a reference. As shown in the diagram showing the operating waveform in the first example of the present invention in Figure 2, when the output voltage decreases to reach V_1 , the output voltage (as indicated by a point b in Figure 1) of the comparator 6 decreases to the low level, the control IC 4 starts the PWM operation (generation of PWM pulses of several 100 Hz) and the output voltage starts to increase. Thereafter, when the output voltage reaches V_2 , the output of the comparator 6 reaches the high level, so that the operation of the control IC 4 stops.

By making the control IC 4 perform an intermittent operation in this manner (at a frequency of several 100 Hz), the variations of the output voltage (V_{out}) can fall within a predetermined range (ΔV_{out}).

It is noted that the voltage values V_1 and V_2 are determined by providing hysteresis characteristics for the comparator 6.

Figure 3 is a diagram showing a modified example of the first example of the present invention, in which the control terminal (CTL) for instructing the PWM switching regulator control IC to disable/enable the operation thereof is not provided. In Figure 3, the reference

THIS PAGE BLANK (USP)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

numeral 20 denotes a transistor (Tr2) for turning ON/OFF the power supplied to the control IC 4; 21 and 22 denote resistors; and the other reference numerals denote the same components as those of Figure 1.

In this example, the power supplied to the control IC 4 is turned ON/OFF, thereby making the control IC 4 perform an intermittent operation.

Figure 4 is a drawing illustrating the effect of the present invention: Figure 4(a) shows a case of a conventional example (during a normal operation); and Figures 4(b) and 4(c) show the cases of the present invention (performing a CTL control). In each of these figures, output voltages and current corresponding to input voltages and current and resulting conversion efficiencies are shown.

Specifically, according to the present invention, the conversion efficiency when the output power is at a low level can be improved from 20-30% in a conventional example to 60-70%.

Example 2

Figure 5 is a diagram showing the second example of the present invention, which is an example applying the present invention to a voltage step down DC-DC converter. In this example, the section surrounded by the broken line is newly provided as an additional circuit section, as compared with the conventional circuit configuration shown in Figure 9. The reference numerals in Figure 5 are the

THIS PAGE BLANK (USP 10)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

same as those in Figure 1.

In addition, the operation of the additional circuit section within the broken line is also the same as that of Figure 1. As is illustrated by the diagram showing the operating waveform in the second example of the present invention in Figure 6, the output voltage (V_{out}) is controlled so as to vary in the range from V_1 to V_2 by making the control IC 4 perform an intermittent operation.

Figure 7 is a diagram showing a modified example of the second example of the present invention, in which the control terminal (CTL) for controlling the control IC 4 to disable/enable the operation thereof is not provided. In this example, the power supplied to the control IC 4 is turned ON/OFF by the transistor ($Tr2$) 20, thereby making the control IC 4 perform an intermittent operation.

[Effect of the Invention]

As described above, the DC-DC converter of the present invention makes a control IC perform an essential PWM control when an excellent conversion efficiency is attained with a medium to high output power, and externally makes the control IC perform an intermittent operation when the output power is at a low level, thereby reducing the average power supplied to the control IC to $1/2$ to $1/5$. Consequently, the conversion efficiency can be improved from 20-30% to 60-70%.

4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figure 1 is a diagram showing the first example

THIS PAGE BLANK (USP 11)

SHUSAKU YAMAMOTO

Your Ref: 02445.037

of the present invention; Figure 2 is a diagram showing the operating waveform in the first example of the present invention; Figure 3 is a diagram showing a modified example of the first example of the present invention; Figure 4 is a drawing illustrating the effect of the present invention; Figure 5 is a diagram showing the second example of the present invention; Figure 6 is a diagram showing the operating waveform in the second example of the present invention; Figure 7 is a diagram showing a modified example of the second example of the present invention; Figure 8 is a diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step up DC-DC converter; and Figure 9 is a diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step down DC-DC converter.

1: battery; 2 choke; 3 switching transistor (Tr1); 4: PWM switching regulator control IC; 5: rectifying diode; 6: comparator; 7: capacitor; 8 to 14; resistors; 15 to 17: diodes; 18: Zener diode; 20: transistor (Tr2); and 21 and 22: resistors.

THIS PAGE BLANK (USP 10)

る図を示しており、第4図(a)は従来例の場合(通常使用時)、第4図(b)、第4図(c)は本発明の場合(CTL制御)で、それぞれ、入力電圧・電流に対する出力電圧・電流と変換効率とを示したものである。

すなわち、本発明によれば、低出力電力時の変換効率を従来例の20~30%から60~70%に改善することができる。

実施例その2

第4図は本発明の第二の実施例を示す図であり、スタップダウン型DC/DCコンバータに本発明を応用した例である。本例は、第9図に示した従来の回路構成と比較して、新たに被圈で囲まれた部分が追加回路部として付加されており、図中の各記号は第1図の場合と同様である。

さらに、被圈内の追加回路部の動作も、第1図の場合と同様であり、第5図の本発明の第二の実施例の動作波形を示す図のごとく、出力

電圧(V_{out})は電圧値V₁からV₂まで、コントロールIC4を短気動作させて制御される。

さらに、第7図は本発明の第二の実施例の動作波形を示す図であり、コントロールIC4にその動作の禁止/許可を制御するためのコントロール端子(CTL)を設けない場合の例であり、トランジスタ(Tr2)20によりコントロールIC4への供給電流をオン/オフして短気動作を行なわせる。

【発明の効果】

以上説明したごとく、本発明のDC/DCコンバータによれば、中、高出力電力時の変換効率のよい時は従来のPWMコントロールをさせ、低出力電力時は外部からコントロールICを短気動作させ、コントロールICへの平均供給電流を1/2~1/3に低減することにより、変換効率を20~30%から60~70%に改善することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す図、第2図は本発明の第一の実施例の動作波形を示す図、第3図は本発明の第一の実施例の波形例を示す図、第4図は本発明の効果について説明する図、第5図は本発明の第二の実施例を示す図、第6図は本発明の第二の実施例の動作波形を示す図、第7図は本発明の第二の実施例の波形例を示す図、第8図は従来のスタップアップ型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図、第9図は従来のスタップダウン型DC/DCコンバータの回路構成例を示す図である。

1……電池、2……チョーク、3……スイッチング用トランジスタ(Tr1)、4……PWMスイッチングレギュレータ・コントロールIC、5……整流用ダイオード、6……コンパレータ、7……コンデンサ、8~14……抵抗器、15~17……ダイオード、18……フューズダイオード、20……トランジスタ(Tr2)、21、22……抵抗器

代理人 弁理士 本間 繁

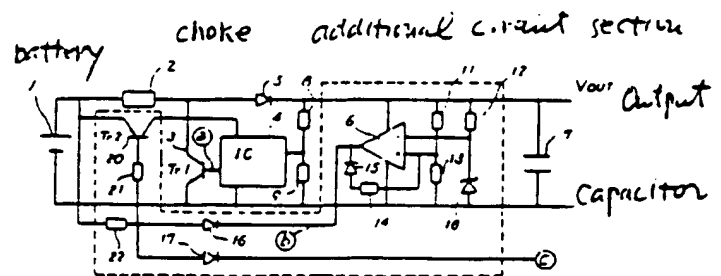
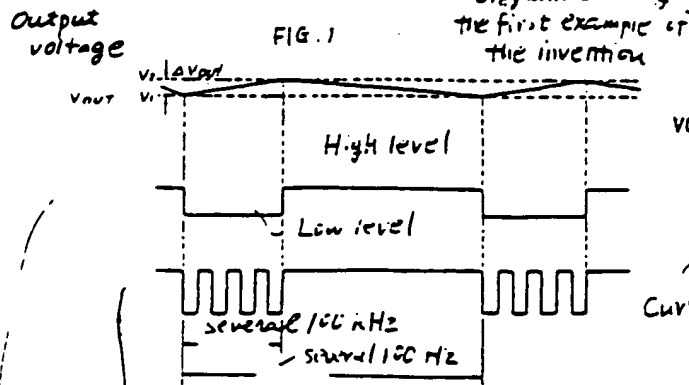
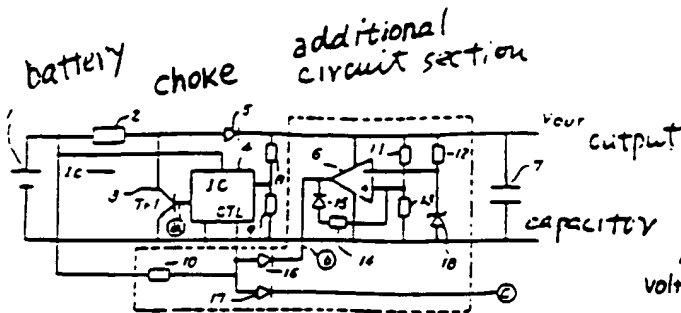


FIG. 3

Diagram showing a non-typical example of the first example of the invention

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Imp-T



Output waveform of error amplifier (point ⑥ in Figure 1)

Output waveform of control IC (point ④ in Figure 1)

Output waveform of error amplifier (point ⑥ in Figure 5)

Output waveform of control IC (point ④ in Figure 5)

39M-1-12771 (5)

Normal Operation

Input		Output		Efficiency
V	mA	V	mA	
3.0	4.64	3.0	1	21.55
2.5	4.96	3.0	1	14.19
2.0	5.39	3.0	1	27.81

CTL control

Input		Output		%
V	mA	V	mA	
3.0	1.76	3.2	1	60.61
2.5	2.10	3.2	1	60.95
2.0	2.64	3.2	1	60.61

CTL control (c) — Load capacitor: 41μF

Input		Output		%
V	mA	V	mA	
3.0	1.50	3.1	1	68.89
2.5	1.90	3.1	1	43.26
2.0	2.50	3.1	1	60.00

FIG. 4

Diagram illustrating the effect of the invention

FIG. 2

Diagram showing the operating waveform in the first example of the invention

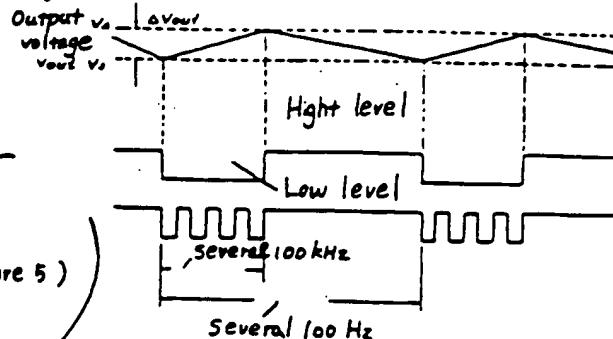
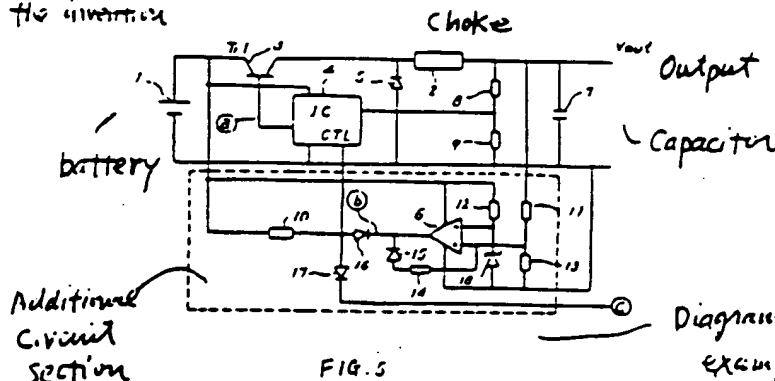


Diagram showing the operating waveform in the second example of the invention

THIS PAGE BLANK (USPTO)

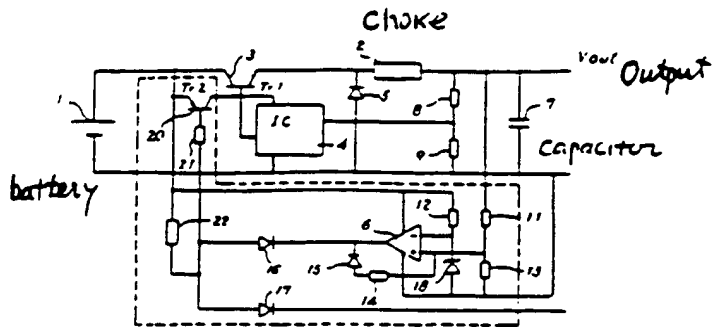


FIG. 7

Diagram showing a modified example of the second example of the invention

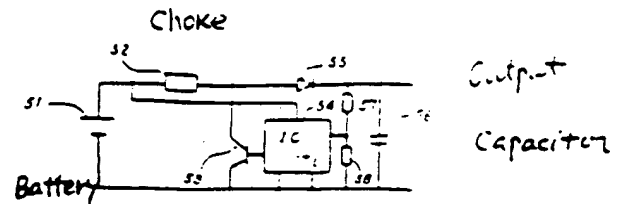


FIG. 8

Diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step up DC/DC converter

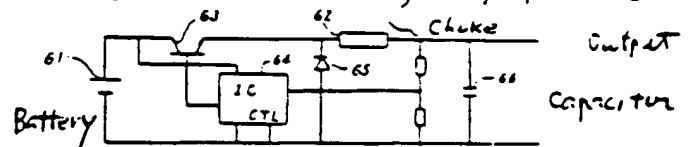


FIG. 9

Diagram showing an exemplary circuit configuration of a conventional voltage step down DC/DC converter

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)